

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-305013

(43)公開日 平成10年(1998)11月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I  
A 61 B 3/10

J  
N  
R

審査請求 未請求 請求項の数 9 FD (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-136214

(22) 出願日 平成9年(1997)5月9日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成9年3月15日  
発行の「INVESTIGATIVE OPHTHALMOLOGY & VISUAL SCIENCE VOL. 38 NO. 4」に発表

(71) 出願人 000220343

株式会社トプコン  
東京都板橋区蓮沼町175番1号

(72) 発明者 三橋 俊文  
東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社ト

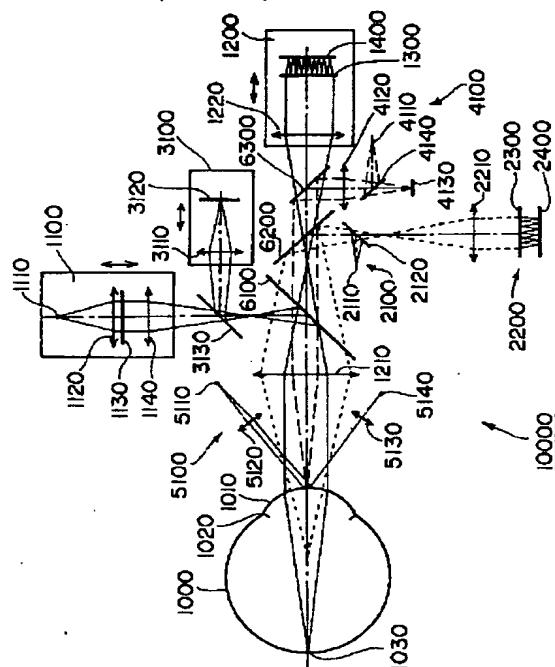
(74)代理人 奎理士 和皇 雄一

(54) 【発明の名称】 眼特性測定装置

(57) 【要約】

〔目的〕 本発明は、被検眼の眼特性を精密に測定する装置に係わり、特に、光学特性と角膜形状とを測定可能な光学特性測定装置を提供することを目的とする。

〔構成〕 本発明は、第1照明光学系が、第1光源からの光束で被検眼網膜上で微小な領域を照明し、第1受光光学系が、反射光を受光部に導き、第1変換部材が、反射光束を少なくとも17本のビームに変換し、第2照明光学系が、第2光源からの光束で被検眼角膜曲率中心附近に集光させて照明し、第2受光光学系が、反射光を受光部に導き、第2変換部材が、この反射光束を少なくとも17本のビームに変換し、演算部が、第1受光部で得られた光束の傾き角に基づいて被検眼の光学特性を求め、第2受光部で得られた光束の傾き角に基づいて被検眼の角膜形状を求める様になっている。



と、この第1光源からの光束で被検眼網膜上で微小な領域を照明するための第1照明光学系と、被検眼網膜から反射して戻ってくる光束を受光し受光部に導くための第1受光光学系と、この反射光束を少なくとも17本のビームに変換するための第1変換部材と、該第1変換部材で変換された複数の光束を受光するための第1受光部と、前記第1波長と異なる波長の光束を発する第2光源と、この第2光源からの光束で被検眼角膜曲率中心付近に集光させて照明するための第2照明光学系と、被検眼角膜から反射して戻ってくる光束を受光し受光部に導くための第2受光光学系と、この反射光束を少なくとも17本のビームに変換するための第2変換部材と、該第2変換部材で変換された複数の光束を受光するための第2受光部と、前記第1受光部で得られた光束の傾き角に基づいて被検眼の光学特性を求める、前記第2受光部で得られた光束の傾き角に基づいて被検眼の角膜形状を求めるための演算部とから構成されている。

【0007】また本発明は、演算部で求められた出力データを表示するための表示部を備え、この表示部は、前記演算部で求められた被検眼の光学特性の演算結果及び角膜形状とを表示することもできる。

【0008】更に本発明の演算部は、角膜形状から予想される被検眼の光学特性を演算し、この予想光学特性と、前記第1受光部の出力に基づいて求めた光学特性との比較を行い、角膜形状以外の要因による光学特性の異常を判断する構成にすることもできる。

【0009】そして本発明の変換部材は、光軸と直交する面内に配置された複数のマイクロフレネルレンズで構成され、前記光学特性演算部が、前記第1受光部の受光面上での反射光束の収束位置から反射光束の傾き角を求め、この傾き角に基づいて、被検眼の光学特性を求める構成にすることもできる。

【0010】また本発明は、照明用の光束を発するための光源と、この光源からの光束で被検眼網膜上で微小な領域を照明する第1照明状態と、前記光源からの光束で被検眼角膜曲率中心付近に集光させて照明する第2照明状態とを何れかを選択的に被検眼を照明する照明光学系と、被検眼から反射して戻ってくる光束を、被検眼網膜に対して略共役な位置で受光する第1受光状態と、被検眼角膜に対して略共役な位置で受光する第2受光状態とで受光部に導くための受光光学系と、この反射光束を少なくとも17本のビームに変換するための変換部材と、該変換部材で変換された複数の光束を受光するための受光部と、前記第1照明状態及び第1受光状態で、前記受光部で得られた光束の傾き角に基づいて被検眼の光学特性を求める、前記第2照明状態及び第2受光状態で、前記受光部で得られた光束の傾き角に基づいて被検眼の角膜形状を求めるための演算部とから構成されている。

【0011】そして本発明の受光光学系は、前記受光部の変換部材と被検眼虹彩とが、略共役な関係を保ち、か

つ、前記第1受光状態において、被検眼眼底からの反射光束が、略平行光束で受光部に入射する様に、又、前記第2受光状態において、被検眼角膜からの反射光束が、略平行光束で受光部に入射する様に、調整するための調整手段を備えることもできる。

【0012】更に本発明の照明光学系は、前記第1照明状態において、被検眼の屈折力に応じて前記光源からの光束が被検眼眼底上で微小な領域を照明し、前記第2照明状態において、角膜曲率中心付近に集束する様に構成することもできる。

【0013】また本発明の照明光学系は、第1照明状態において、被検眼の瞳周辺付近を通して照明する第1A照明状態と、被検眼の瞳中心付近を通して照明する第1B照明状態とを形成するための光束遮蔽部材を配置する構成にすることもできる。

【0014】また本発明の光束遮蔽部材は、中心付近に開口のある第1絞りと、周辺部付近に開口のある第2絞りとから構成するか、或いは、中心部付近に開口を形成させる第1照明状態と、周辺部付近に開口を形成させる第2照明状態とを形成するための液晶で構成することもできる。

【0015】

【発明の実施の形態】以上の様に構成された本発明は、第1光源が第1波長を発し、第1照明光学系が、第1光源からの光束で被検眼網膜上で微小な領域を照明し、第1受光光学系が、被検眼網膜から反射して戻ってくる光束を受光し受光部に導き、第1変換部材が、反射光束を少なくとも17本のビームに変換し、第1受光部が、第1変換部材で変換された複数の光束を受光し、第2光源が、第1波長と異なる波長の光束を発し、第2照明光学系が、第2光源からの光束で被検眼角膜曲率中心付近に集光させて照明し、第2受光光学系が、被検眼角膜から反射して戻ってくる光束を受光し受光部に導き、第2変換部材が、この反射光束を少なくとも17本のビームに変換し、第2受光部が、第2変換部材で変換された複数の光束を受光し、演算部が、第1受光部で得られた光束の傾き角に基づいて被検眼の光学特性を求める、第2受光部で得られた光束の傾き角に基づいて被検眼の角膜形状を求める様になっている。

【0016】また本発明は、表示部が、演算部で求められた出力データを表示し、この表示部は、演算部で求められた被検眼の光学特性の演算結果及び角膜形状とを表示することもできる。

【0017】更に本発明の演算部は、角膜形状から予想される被検眼の光学特性を演算し、この予想光学特性と、第1受光部の出力に基づいて求めた光学特性との比較を行い、角膜形状以外の要因による光学特性の異常を判断することもできる。

【0018】そして本発明の変換部材は、光軸と直交する面内に配置された複数のマイクロフレネルレンズで構

開口のある第1絞り（第1B照明状態用）と、周辺部付近に開口のある第2絞り（第1A照明状態用）とからなる可変絞りで構成することもできる。

【0036】屈折測定は、第1照明光学系1100部分で、その時に遮光されている部分で行うことにより、角膜反射の影響を受けることを防止することができる。

【0037】即ち、可変絞りの第1絞りが、光路内に挿入されている時には、中央の遮光部で遮光されている範囲の測定が行われ、可変絞りの第2絞りが光路内に挿入されている時には、中央の開口部の周りの範囲で測定が行われる。

【0038】また光束遮蔽部材1130は、中心部付近に開口を形成させる第1A照明状態と、周辺部付近に開口を形成させる第1B照明状態とを形成するための液晶で構成することも可能である。

【0039】従って、第1照明光学系1100の光束遮蔽部材1130は、被検眼1000の瞳と略共役付近に、被検眼1000の瞳中心付近を通して照明する第1A照明状態と、被検眼1000の瞳周辺付近を通して照明する第1B照明状態とを形成することができる。

【0040】ここで、被検眼1000は、角膜1010と、虹彩1020と、網膜1030とを備えている。

【0041】第1受光光学系1200は、被検眼網膜から反射して戻ってくる光束を受光し受光部に導くためのものである。第1受光光学系1200は、第1のアフォーカルレンズ1210と、第2のアフォーカルレンズ1220と、反射光束を少なくとも17本のビームに変換するための第1変換部材1300とから構成されている。

【0042】第1照明光学系1100と第1受光光学系1200とは、第1光源1110からの光束が集光する点で反射されたとして、その反射光による第1受光部1400での信号ピークが最大となる関係を維持して、連動して移動し、第1受光部1400での信号ピークが強くなる方向に移動し、強度が最大となる位置で停止する様に構成されている。その結果、第1光源1110からの光束が、網膜上で集光することとなる。

【0043】第1受光光学系1200の第1変換部材1300は、第1照明光学系1100の光束遮蔽部材1130と共役の位置にある。そして、互いに虹彩1200と共に共役となっている。

【0044】第1受光光学系1200は、被検者の屈折力に応じて光軸方向に移動可能となっており、第1受光部1400又は第1変換部材1300が、角膜1010と略共役となっている。

【0045】そして図2に示す様に、演算部9100は、制御部9200に接続されており、制御部9200の命令に基づき、光学特性等の演算を行う様に構成されている。

【0046】制御部9200は、演算部9100を含む

全体の制御を司っている。更に、アライメント処理部9300は、アライメント処理を制御駆動する様に構成されている。

【0047】表示部9400が、演算部9100で求められた出力データを表示し、この表示部9400は、演算部9100で求められた被検眼の光学特性の演算結果及び角膜形状とを表示することもできる。

【0048】更に本発明の演算部9100は、角膜形状から予想される被検眼の光学特性を演算し、この予想光学特性と、第1受光部1400の出力に基づいて求めた光学特性との比較を行い、角膜形状以外の要因による光学特性の異常を判断することもできる。この光学特性の演算は、光線追跡によるか、より簡単な近似を使った計算を利用できる。なお、網膜上の2次点光源の位置は、そのときの屈折特性測定のS値からモデル的な値を利用することができる。

【0049】なお、各電気的構成との接続関係は、図3の様になる。

【0050】第2照明光学系2100は、第2光源2110からの光束で被検眼角膜曲率中心付近に集光させて照明するためのものである。

【0051】この第2照明光学系2100は、角膜全面を照明するためのものであり、特に、絞りを必要としていない。

【0052】第2光源2110は、第1光源1110による第1波長と異なる第2波長を発する様になっている。本第1実施例の第2光源2110は、第2波長である780nmを発する様に構成されている。

【0053】第2波長(780nm)は、第1波長(840nm)より短くなっている、眼底に投影する波長が、より可視光より離れていた方が目障りとならないという効果がある。

【0054】そして、後述するアライメントが完了した後、ビームスプリッタ2120を介して、角膜曲率中心に集光する様に構成されている。

【0055】第2受光光学系2200は、アフォーカルレンズ2210と、反射光束を少なくとも17本のビームに変換するための第2変換部材2300とから構成されている。

【0056】第2受光光学系2200は、被検眼角膜から反射して戻ってくる光束を受光し受光部に導くためのものであり、アライメントが完了した時に、第2受光部2400又は第2変換部材2300が、角膜1010と略共役となっている。

【0057】固視標光学系3100は、固視標結像レンズ3110と、固視標3120とから構成されている。

【0058】第1照明光学系1100からの光束と、固視標光学系3100からの光束は、ビームスプリッタ3130で同軸とされている。

【0059】固視標光学系3100は、パターンを見せ

変換部材から構成されている。

【0082】なお、第2変換部材2300も同様であるから説明を省略する。

【0083】次に第1受光部1400は、第1変換部材1300で変換された複数のビームを受光するためのものであり、本第1実施例では、CCDが採用されている。このCCDは、TV用などの一般的なものから測定用の2000\*2000素子等、何れのタイプのものが使用できる。

【0084】第1受光部1400をTV用のCCDを使用した場合には、解像度は劣るが、安価であり、通常、後処理で利用するパソコンコンピューターへの入力も簡単である。この場合、CCDとそのドライバーからの画像信号出力は、NTSC信号とし、パソコンコンピューターにNTSC信号に適応した画像入力ボードを使用することで簡単に実現することができる。

【0085】また、第1受光部1400を測定用の2000\*2000素子のCCDを採用した場合、装置は高価となるが、同様にアナログ信号を介してパソコンコンピューターに測定値を入力することができる。

【0086】なお、CCDからの測定信号を、デジタル信号でパソコンコンピューターに入力することも可能である。

【0087】そして第1受光部1400は、被検眼虹彩1020と第1変換部材1300と略共役な関係を形成

$$X = (X' / \beta)$$

【0095】

$$Y = (Y' / \beta)$$

【0096】ここで、 $\beta$ は、光学系の横倍率である。

【0097】光学系が無収差であれば、波面収差W

$$W((X' / \beta), (Y' / \beta)) = W'(X', Y')$$

【0099】

【0100】となる。

【0101】ここで、適当な多項式を

【0102】

$$f(X, Y, Z \dots ; A, B, C \dots)$$

【0103】とする。

【0104】ここで、X、Y、Z……は座標により決定される量であり、A、B、C……はパラメータである。

【0105】次に、波面をこの多項式fで表すことを検討する。即ち、最適なパラメータ(A、B、C……)を演算することである。

【0106】ハルトマンの測定原理により、

【0107】「数1」

【0108】……第4式

【0109】と表すことができる。

【0110】実際には、データが傾き角となっているので、それぞれの波面の微分値を使用して計算する。即

している。

【0088】また本発明の第1受光光学系1200は、第1変換部材1300と被検眼虹彩1020とが、略共役な関係を保ち、かつ、第1受光状態において、被検眼眼底からの反射光束が、略平行光束で受光部に入射する様に、又、第2受光状態において、被検眼角膜からの反射光束が、略平行光束で受光部に入射する様に、調整するための調整手段を備えることもできる。

【0089】また、第1受光光学系1200には、ビームスプリッタ6100が挿入されており、第1照明光学系1100からの光を被検眼1000に送光し、反射光を透過させる様に構成されている。

【0090】なお、第2受光部2400のその他の構成、作用等は、第1受光部1400と同様であるから、説明を省略する。

【0091】次に、第1受光部1400で得られた光束の傾き角に基づいて被検眼1000の光学特性を求めるための演算部9100の動作原理について詳細に説明する。

【0092】ここで演算方法を詳細に説明する。

【0093】図7に示す様に第1変換部材1300の座標をX、Yとし、第1受光部1400の座標をx、yとすれば、波面は極座標表示又は、直交座標表示によって、

【0094】

……第1式

……第2式

(X, Y) と W' (X', Y') の関係は、

【0098】

……第3式

ち、本発明では、測定するデータは光線の傾き角であり、この傾き角は、直接波面の位置座標による微分で求めることができる。

【0111】更に、本波面センサーで測定される量は、基準からの横収差量である。

【0112】図7で次の関係が近似的に成り立つことが知られている。

【0113】1(エル)は、第1変換部材1300と第1受光部1400との距離である。

【0114】第1変換部材1300の中心点がX、Yの各素子において  $d_x(X, Y)$ 、 $d_y(X, Y)$  を得る。

【0115】 $d_x$ 、 $d_y$ は変換部材の1素子に対して、第1受光部1400上の予め定められた原点と、実際の光線の交点のx、y方向それぞれの距離である。

【0116】第1変換部材1300の1素子に対応する原点は、波面が一様に平であり、換言すれば、眼屈折率

付近を通して照明する第1B照明状態とを形成する。

【0141】また角膜形状測定時においては、第2照明状態として、NDフィルタが挿入される。これは、角膜反射率が網膜に比較して高いため、受光光量を揃えるために使用される。

【0142】この光束遮蔽部材1130は、中心付近に開口のある第1絞りと、周辺部付近に開口のある第2絞りとからなる可変絞りで構成することもできる。

【0143】即ち、可変絞りの第1絞りが、光路内に挿入されている時には、中央の遮光部で遮光されている範囲の測定が行われ、可変絞りの第2絞りが光路内に挿入されている時には、中央の開口部の周りの範囲で測定が行われる。

【0144】また光束遮蔽部材1130は、中心部付近に開口を形成させる第1A照明状態と、周辺部付近に開口を形成させる第1B照明状態とを形成するための液晶で構成することも可能である。

【0145】従って光束遮蔽部材1130は、被検眼1000の瞳と略共役付近に、被検眼1000の瞳中心付近を通して照明する第1A照明状態と、被検眼1000の瞳周辺付近を通して照明する第1B照明状態とを形成することができる。

【0146】受光光学系1200は、被検眼から反射して戻ってくる光束を受光し受光部に導くためのものである。受光光学系1200は、第1のアフォーカルレンズ1210と、第2のアフォーカルレンズ1220と、反射光束を少なくとも17本のビームに変換するための変換部材1300とから構成されている。

【0147】照明光学系1100は、被検眼網膜に対し略共役な位置で受光する第1受光状態と、被検眼角膜に対して略共役な位置で受光する第2受光状態とで受光部1400に導くためのものである。

【0148】照明光学系1100と受光光学系1200とは、第1光源1110からの光束が集光する点で反射されたとして、その反射光による第1受光部1400での信号ピークが最大となる関係を維持して、連動して移動する様に構成されている。なお、本第2実施例では、-20ディオプターから+50ディオプター程度の範囲で移動可能に構成されている。なお、+50ディオプター付近は角膜の形状測定に使用される。その結果、第1光源1110からの光束が、網膜上で集光することとなる。

【0149】そして受光部1400での信号ピークが強くなる方向に移動し、強度が最大となる位置で停止する様に構成されている。

【0150】受光光学系1200は、被検者の屈折力に応じて光軸方向に移動可能となっており、変換部材1300に略平行な光束が照射される様に構成されている。

【0151】なお、その他の構成、作用、動作等は、第1実施例と同様であるから説明を省略する。

### 【0152】

【効果】以上のように構成された本発明は、第1波長の光束を発する第1光源と、この第1光源からの光束で被検眼網膜上で微小な領域を照明するための第1照明光学系と、被検眼網膜から反射して戻ってくる光束を受光し受光部に導くための第1受光光学系と、この反射光束を少なくとも17本のビームに変換するための第1変換部材と、該第1変換部材で変換された複数の光束を受光するための第1受光部と、前記第1波長と異なる波長の光束を発する第2光源と、この第2光源からの光束で被検眼角膜曲率中心付近に集光させて照明するための第2照明光学系と、被検眼角膜から反射して戻ってくる光束を受光し受光部に導くための第2受光光学系と、この反射光束を少なくとも17本のビームに変換するための第2変換部材と、該第2変換部材で変換された複数の光束を受光するための第2受光部と、前記第1受光部で得られた光束の傾き角に基づいて被検眼の光学特性を求める、前記第2受光部で得られた光束の傾き角に基づいて被検眼の角膜形状を求めるための演算部とから構成されているので、被検眼の光学特性と共に、被検眼の角膜形状を求めることができるという卓越した効果がある。。

### 【0153】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の眼特性測定装置1000の構成を示す図である。

【図2】第1実施例の眼特性測定装置1000の電気的構成を説明する図である。

【図3】第1実施例の眼特性測定装置1000の電気的構成を説明する図である。

【図4】XYアライメントを説明する図である。

【図5】Zアライメントを説明する図である。

【図6】アライメントを説明する図である。

【図7】原理を説明する図である。

【図8】原理を説明する図である。

【図9】第2実施例の眼特性測定装置2000の構成を説明する図である。

【図10】第2実施例の眼特性測定装置2000の構成を説明する図である。

### 【符号の説明】

10000 第1実施例の眼特性測定装置

20000 第2実施例の眼特性測定装置

1000 被検眼

1010 角膜

1020 虹彩

1030 網膜

1100 第1照明光学系

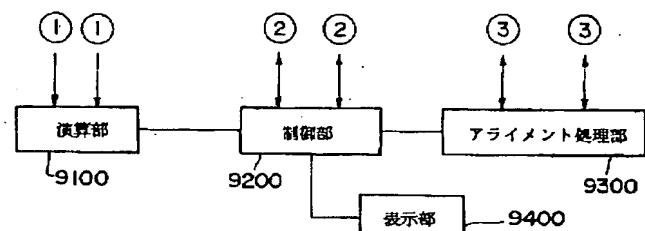
1110 第1光源

1120 第1の集光レンズ

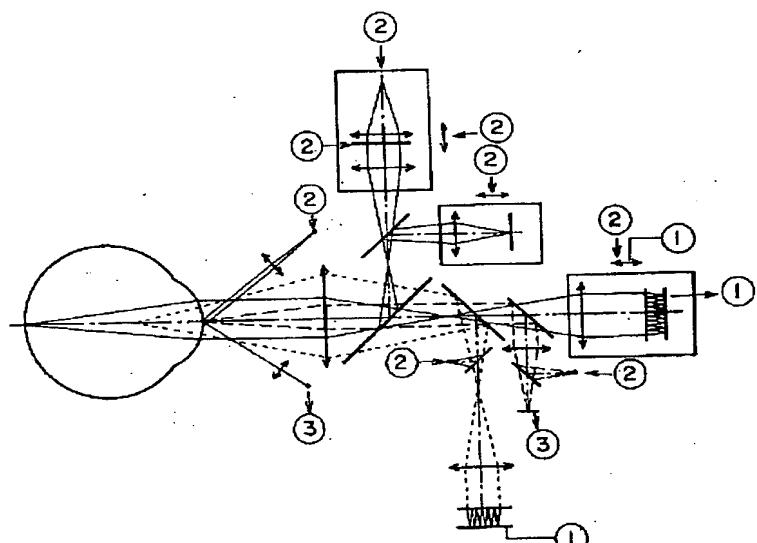
1130 光束遮蔽部材

1140 第2の集光レンズ

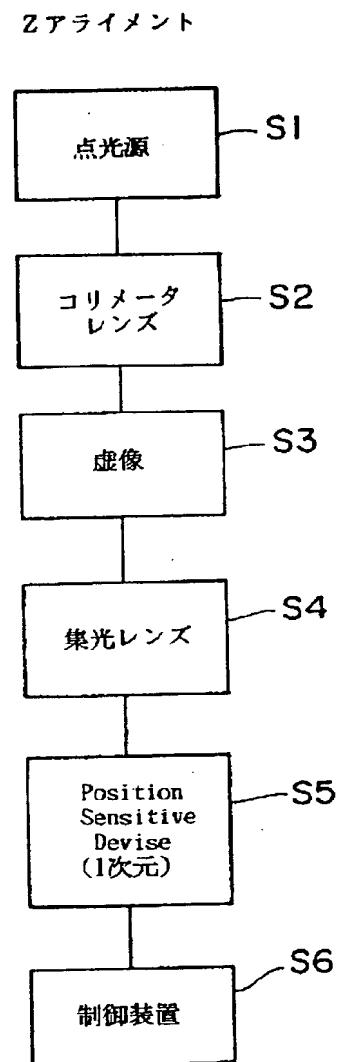
【図2】



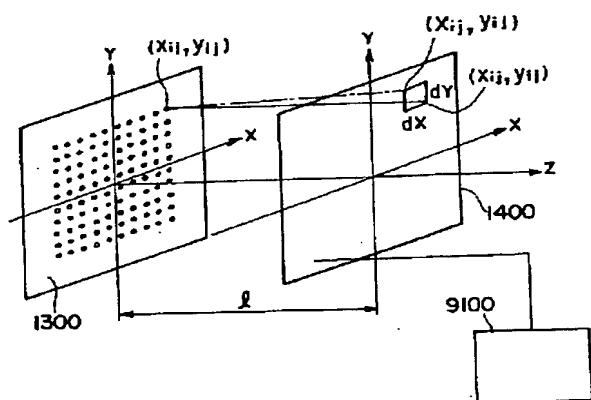
【図3】



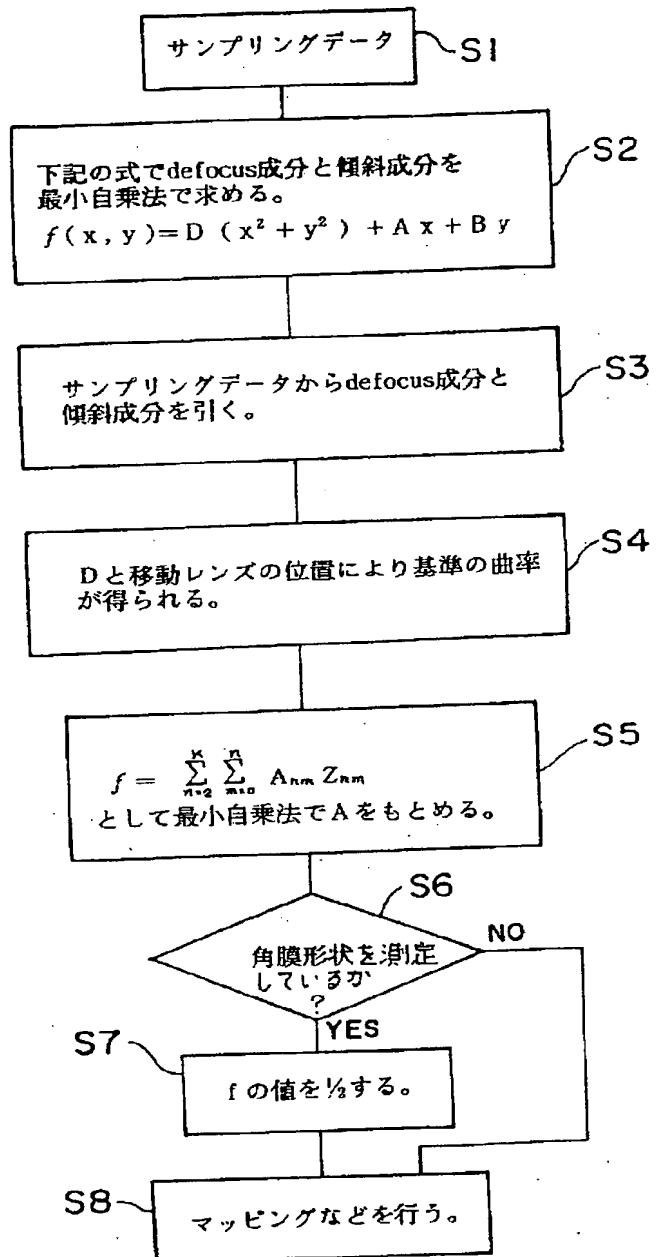
【図5】



【図7】



【図8】





US006234978B1

(12) **United States Patent**  
Mihashi et al.

(10) Patent No.: **US 6,234,978 B1**  
(45) Date of Patent: **May 22, 2001**

(54) **OPTICAL CHARACTERISTIC MEASURING APPARATUS**

(75) Inventors: **Toshifumi Mihashi; Yasufumi Fukuma**, both of Tokyo (JP)

(73) Assignee: **Kabushiki Kaisha Topcon**, Tokyo (JP)

(\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 0 days.

(21) Appl. No.: **09/023,058**

(22) Filed: **Feb. 12, 1998**

(30) **Foreign Application Priority Data**

Feb. 12, 1997 (JP) ..... 9-042940  
May 9, 1997 (JP) ..... 9-136214

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> ..... **A61B 5/00**

(52) U.S. Cl. ..... **600/558**

(58) Field of Search ..... 600/558, 587; 351/212

(56) **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

4,353,625 \* 10/1982 Nohda ..... 351/13  
4,390,255 \* 6/1983 Nohda et al. ..... 351/211  
5,062,702 11/1991 Bille ..... 351/212

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

4222395 1/1994 (DE) .

**OTHER PUBLICATIONS**

"Objective Measurement of Wave Aberrations of the Human Eye with the use of a Hartmann-Shack Wave-Front Sensor" by Liang et al.; vol. 11, No. 7/Jul. 1994/J. Opt.Soc.Am.A; p. 1949-1957.

\* cited by examiner

Primary Examiner—Max Hindenburg

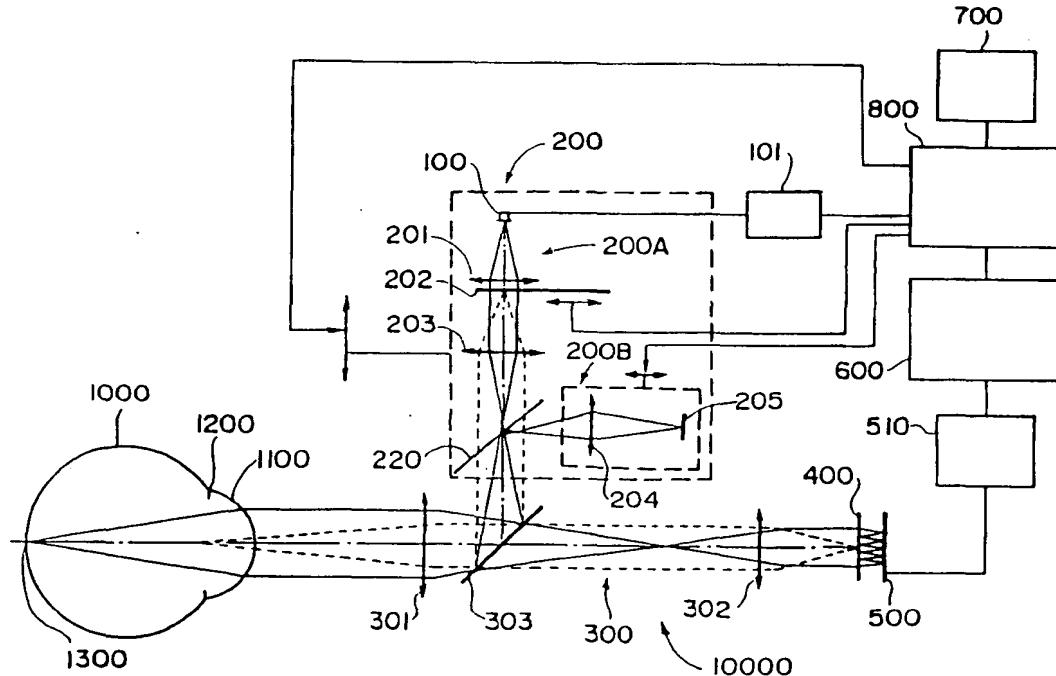
Assistant Examiner—Pamela L. Wingood

(74) Attorney, Agent, or Firm—Baker Botts L.L.P.

(57) **ABSTRACT**

The present invention relates to an apparatus for the precision measurement of the optical characteristics of the eye and the shape of the cornea of the eye. An object of the present invention is to provide an optical characteristic measuring apparatus capable measuring the optical characteristics of an irregular astigmatism component. An illuminating optical system illuminates a minute region on the retina of the eye with light rays emitted by an illuminating light source, a reflected light guiding optical system guides reflected light rays reflected from the retina of the eye to a light receiving device, a converting device converts the reflected light rays into at least seventeen light beams, a light receiving device receives the plurality of light beams from the converting device, and an arithmetic unit determines the optical characteristics of the eye and the shape of the cornea on the basis of the inclination of the light rays determined by the light receiving device.

**15 Claims, 18 Drawing Sheets**





US006540692B2

(12) **United States Patent**  
Mihashi et al.

(10) **Patent No.:** US 6,540,692 B2  
(45) **Date of Patent:** Apr. 1, 2003

(54) **OPTICAL CHARACTERISTIC MEASURING APPARATUS**

4,390,255 A 6/1983 Nohda et al. .... 351/211  
5,062,702 A 11/1991 Bille ..... 351/212

(75) Inventors: Toshifumi Mihashi, Tokyo (JP); Yasufumi Fukuma, Tokyo (JP)

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

(73) Assignee: Kabushiki Kaisha Topcon (JP)

DE 4222395 1/1994

(\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 94 days.

Primary Examiner—Max F. Hindenburg  
Assistant Examiner—Pamela Wingood  
(74) Attorney, Agent, or Firm—Baker Botts LLP

(21) Appl. No.: 09/809,978

(57) **ABSTRACT**

(22) Filed: Mar. 16, 2001

The present invention relates to an apparatus for the precision measurement of the optical characteristics of the eye and the shape of the cornea of the eye. An object of the present invention is to provide an optical characteristic measuring apparatus capable of measuring the optical characteristics of an irregular astigmatism component. An illuminating optical system illuminates a minute region on the retina of the eye with light rays emitted by an illuminating light source, a reflected light guiding optical system guides reflected light rays reflected from the retina of the eye to a light receiving device, a converting device converts the reflected light rays into at least seventeen light beams, a light receiving device receives the plurality of light beams from the converting device, and an arithmetic unit determines the optical characteristics of the eye and the shape of the cornea on the basis of the inclination of the light rays determined by the light receiving device.

(65) **Prior Publication Data**

US 2001/0016695 A1 Aug. 23, 2001

**Related U.S. Application Data**

(62) Division of application No. 09/023,058, filed on Feb. 12, 1998, now Pat. No. 6,234,978.

(30) **Foreign Application Priority Data**

May 9, 1997 (JP) ..... 9-136214  
Feb. 12, 1997 (JP) ..... 9-42940

(51) **Int. Cl.<sup>7</sup>** ..... A61B 5/00

**5 Claims, 18 Drawing Sheets**

(52) **U.S. Cl.** ..... 600/558  
(58) **Field of Search** ..... 600/558; 351/13, 351/211, 212

(56) **References Cited**

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

4,353,625 A 10/1982 Nohda et al. ..... 351/13

